

PCT/JP 2004/008323

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

16. 6. 2004

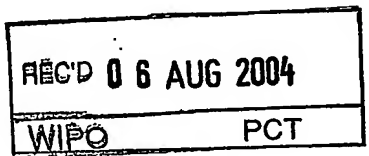
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 1 5 9 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 1 5 9 4]

出 願 人 サンケン電気株式会社
Applicant(s):

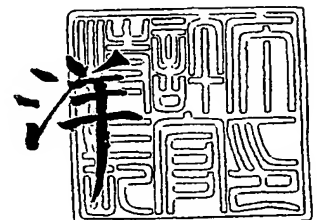


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



Best Available Copy

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 4 6 9 7

【書類名】 特許願
【整理番号】 SNK-187
【提出日】 平成15年 8月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02M 3/28
【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内
 【氏名】 鶴谷 守
【特許出願人】
 【識別番号】 000106276
 【氏名又は名称】 サンケン電気株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100083806
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 秀和
 【電話番号】 03-3504-3075
【選任した代理人】
 【識別番号】 100068342
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三好 保男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100712
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100087365
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗原 彰
【選任した代理人】
 【識別番号】 100100929
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川又 澄雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100095500
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 正和
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101247
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 俊一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098327
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高松 俊雄
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001982
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9803324

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

直流電源の両端に接続され、トランスの 1 次巻線とリアクトルと第 1 スイッチとが直列に接続された第 1 直列回路と、前記第 1 スイッチの両端又は前記 1 次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第 2 スイッチとコンデンサとが直列に接続された第 2 直列回路と、前記トランスの 2 次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第 1 スイッチと前記第 2 スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路とを備え、

前記トランスは、磁気回路が形成され、前記 1 次巻線と前記 2 次巻線とが所定の間隙を隔てて取り付けられた主コアと、前記所定の間隙に前記 1 次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項 2】

前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記 2 次巻線が巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて複数のスリットが設けられ複数のスリットに前記複数の補助コアが挿入された外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアに取り付けられることを特徴とする請求項 1 記載のスイッチング電源装置。

【請求項 3】

前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記 2 次巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアに取り付けられることを特徴とする請求項 1 記載のスイッチング電源装置。

【請求項 4】

直流電源の両端に接続され、トランスの 1 次巻線とリアクトルと第 1 スイッチとが直列に接続された第 1 直列回路と、前記第 1 スイッチの両端又は前記 1 次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第 2 スイッチとコンデンサとが直列に接続された第 2 直列回路と、前記トランスの 2 次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第 1 スイッチと前記第 2 スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路と、前記トランスの 2 次側に設けられ、前記第 1 スイッチがオン時に前記リアクトルに蓄えられたエネルギーを前記第 1 スイッチがオフ時に 2 次側に還流させる帰還巻線とを備え、

前記トランスは、磁気回路が形成され、前記トランスの 1 次巻線と前記帰還巻線とが所定の間隙を隔てて巻回された中央脚及び前記トランスの 2 次巻線が巻回された側脚を有する主コアと、前記所定の間隙に前記 1 次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項 5】

前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記帰還巻線が巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて複数のスリットが設けられ複数のスリットに前記複数の補助コアが挿入された外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアの中央脚に取り付けられることを特徴とする請求項 4 記載のスイッチング電源装置。

【請求項 6】

前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記帰還巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアの中央脚に取り付けられることを特徴とする請求項 4 記載のスイッチング電源装置。

【請求項 7】

前記トランスの 1 次巻線の両端に接続され、前記トランスのコアの飽和特性を用いた可飽和リアクトルを備え、

前記制御回路は、前記第 2 スイッチの電流が増大した時に前記第 2 スイッチをオフさせ

ることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項記載のスイッチング電源装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】スイッチング電源装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、高効率、小型、低ノイズなスイッチング電源装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

スイッチング電源装置は、トランスの1次巻線に流れる電流をスイッチによりオン／オフ制御することによりトランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑して得られた直流出力を負荷に供給している。このスイッチング電源装置に用いられるトランスは、エネルギーの伝送を行っているので、構造及び特性が特に重要である。

【0003】

図13は従来の磁気漏れ変圧器の一例の構成を示す図である（特許文献1）。図13に示す磁気漏れ変圧器111は、磁気回路が形成される、磁気材料からなるEコア113と、Eコア113の適宜箇所に取り付けられた1次巻線119及び2次巻線125と、磁気回路からの漏れ磁束が通過する位置に設けられた、磁気材料からなる円筒状の磁気漏れ鉄心123と、磁気漏れ鉄心123に取り付けられた、漏れ磁束を検出するための電流検出巻線121とを有している。

【0004】

この磁気漏れ変圧器111によれば、磁気回路からの漏れ磁束が通過する位置に、磁気材料からなる磁気漏れ鉄心123を設けると共に、この磁気漏れ鉄心123に、漏れ磁束を検出するための電流検出巻線121を取り付けることとしたので、電力損失が生ぜず、構造が複雑化することなく、電流検出が行える。

【特許文献1】特開2000-340441号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一方、最近では、トランスの1次巻線に直列にリアクトルを接続し、このリアクトルに蓄えられたエネルギーを利用してスイッチをスイッチング動作させることにより、スイッチング損失をより低減したスイッチング電源装置が開発されつつある。この場合、スイッチング損失をより低減するためには、リアクトルのインダクタンス値を適切にする必要がある。

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載された磁気漏れ変圧器111等では、一定のリーケージインダクタンスを有するのみであり、このため、1次巻線119に直列に外部のリアクトルを接続して、リアクトルのインダクタンス値を適切に調整していた。その結果、部品点数が増大し、コストアップとなり、実装面積が増加し、スイッチング電源装置が大型化していた。

【0007】

本発明は、トランスのリーケージインダクタンスの値を適切化することにより、外部のリアクトルを不要とすると共に、ゼロ電圧スイッチングを可能とし、高効率、小型、低ノイズ化することができるスイッチング電源装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は前記課題を解決するために以下の構成とした。請求項1の発明は、直流電源の両端に接続され、トランスの1次巻線とリアクトルと第1スイッチとが直列に接続された第1直列回路と、前記第1スイッチの両端又は前記1次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第2スイッチとコンデンサとが直列に接続された第2直列回路と、前記トランスの2次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第1スイッチと前記第2スイッチとを交互にオン／オフさせる制御回路とを備え、前記トランスは、磁気回路が

形成され、前記 1 次巻線と前記 2 次巻線とが所定の間隙を隔てて取り付けられた主コアと、前記所定の間隙に前記 1 次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とする。

【0009】

請求項 2 の発明では、請求項 1 記載のスイッチング電源装置において、前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記 2 次巻線が巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて複数のスリットが設けられ複数のスリットに前記複数の補助コアが挿入された外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアに取り付けられることを特徴とする。

【0010】

請求項 3 の発明では、請求項 1 記載のスイッチング電源装置において、前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記 2 次巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアに取り付けられることを特徴とする。

【0011】

請求項 4 の発明では、直流電源の両端に接続され、トランスの 1 次巻線とリアクトルと第 1 スイッチとが直列に接続された第 1 直列回路と、前記第 1 スイッチの両端又は前記 1 次巻線及び前記リアクトルの両端に接続され、第 2 スイッチとコンデンサとが直列に接続された第 2 直列回路と、前記トランスの 2 次巻線に発生した電圧を整流平滑する整流平滑回路と、前記第 1 スイッチと前記第 2 スイッチとを交互にオン/オフさせる制御回路と、前記トランスの 2 次側に設けられ、前記第 1 スイッチがオン時に前記リアクトルに蓄えられたエネルギーを前記第 1 スイッチがオフ時に 2 次側に還流させる帰還巻線とを備え、前記トランスは、磁気回路が形成され、前記トランスの 1 次巻線と前記帰還巻線とが所定の間隙を隔てて巻回された中央脚及び前記トランスの 2 次巻線が巻回された側脚を有する主コアと、前記所定の間隙に前記 1 次巻線の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた複数の補助コアとを備え、前記リアクトルは、前記トランスのリーケージインダクタンスにより形成されることを特徴とする。

【0012】

請求項 5 の発明では、請求項 4 記載のスイッチング電源装置において、前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記帰還巻線が巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて複数のスリットが設けられ複数のスリットに前記複数の補助コアが挿入された外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアの中央脚に取り付けられることを特徴とする。

【0013】

請求項 6 の発明では、請求項 4 記載のスイッチング電源装置において、前記トランスは、前記 1 次巻線が巻回される円筒状の内側ボビンと、この内側ボビンより大径で且つ前記帰還巻線が巻回され、絶縁磁性体材料からなる外側ボビンとを備え、前記内側ボビンが前記外側ボビンに挿入された状態で前記主コアの中央脚に取り付けられることを特徴とする。

【0014】

請求項 7 の発明では、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載のスイッチング電源装置において、前記トランスの 1 次巻線の両端に接続され、前記トランスのコアの飽和特性を用いた可飽和リアクトルを備え、前記制御回路は、前記第 2 スイッチの電流が増大した時に前記第 2 スイッチをオフさせることを特徴とする。

【発明の効果】**【0015】**

本発明によれば、トランスのリーケージインダクタンス値を適切化することにより、外部のリアクトルを不要とすると共に、ゼロ電圧スイッチングを可能とし、高効率、小型、

低ノイズ化することができるスイッチング電源装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係るスイッチング電源装置の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【実施例1】

【0017】

第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置は、主スイッチをオンした時にトランスの2次巻線を介して直接に負荷に電力を供給し、主スイッチをオフした時にトランスの1次巻線に蓄えられた励磁エネルギーをコンデンサC3に蓄え、補助スイッチをオンすることにより、トランスのコアのB-Hカーブの第1、第3象限を使い、かつ、励磁エネルギーの不足分をリアクトルL3から補うことにより、B-Hカーブの出発点を第3象限の下端にすると共に、トランスの1次巻線に、可飽和リアクトルを並列に接続することにより、補助スイッチのオン期間の終了間際で可飽和リアクトルを飽和させ、電流を増大させることにより、補助スイッチのオフ時の逆電圧の発生を急峻とし、主スイッチをゼロ電圧スイッチさせることを特徴とする。

【0018】

図1は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。図1(a)において、直流電源Vdc1の両端には、リアクトルL3とトランスTの1次巻線5a(巻数n1)とMOSFET等からなるスイッチQ1(主スイッチ)との直列回路が接続されている。スイッチQ1の両端にはダイオードD3と共振用コンデンサC1とが並列に接続されている。

【0019】

ダイオードD3は、スイッチQ1の寄生ダイオードでもよく、共振用コンデンサC1は、スイッチQ1の寄生容量でもよい。

【0020】

トランスTの1次巻線5aの一端とスイッチQ1の一端との接続点にはMOSFET等からなるスイッチQ2(補助スイッチ)の一端が接続され、スイッチQ2の他端はコンデンサC3を介して直流電源Vdc1の正極及びリアクトルL3の一端に接続されている。なお、スイッチQ2の他端はコンデンサC3を介して直流電源Vdc1の負極に接続されていてもよい。

【0021】

リアクトルL3は、スイッチQ1がオン時に電力を蓄えるとともにスイッチQ1がオフ時に蓄えられた電力をコンデンサC3に供給する電力供給源を構成している。

【0022】

スイッチQ2の両端にはダイオードD4が並列に接続されている。ダイオードD4は、スイッチQ2の寄生ダイオードでもよい。スイッチQ1、Q2は、共にオフとなる期間(デッドタイム)を有し、制御回路10のPWM制御により交互にオン/オフする。

【0023】

トランスTの1次巻線5aの両端には、可飽和リアクトルSL1が接続されている。この可飽和リアクトルSL1は、トランスTのコアの飽和特性を用いている。可飽和リアクトルSL1には、大きさの等しい交流電流が流れるため、磁束は、図4に示すB-Hカーブ上のゼロを中心にして、第1象限と第3象限とに等しく増減する。

【0024】

また、図4に示すように一定の正磁界Hに対して磁束B(正確にはBは磁束密度であり、磁束 $\phi = B \cdot S$ で、Sはコアの断面積であるが、ここでは $S=1$ とし、 $\phi=B$ とした。)が B_m で飽和し、一定の負磁界Hに対して磁束Bが $-B_m$ で飽和するようになっている。磁界Hは電流iの大きさに比例して発生する。この可飽和リアクトルSL1では、B-Hカーブ上を磁束Bが $B_a \rightarrow B_b \rightarrow B_c \rightarrow B_d \rightarrow B_e \rightarrow B_f \rightarrow B_g$ と移動し、磁束の動作範囲が広範囲となっている。B-Hカーブ上の $B_a - B_b$ 間及び $B_f - B_g$ 間は飽和状態

である。

【0025】

トランスTのコアには、1次巻線5aとこの巻線に対して同相の2次巻線5b（巻数n2）とが巻回されており、2次巻線5bの一端はダイオードD1に接続され、ダイオードD1とリアクトルL1の一端との接続点と2次巻線5bの他端とはダイオードD2に接続されており、ダイオードD1とダイオードD2とで整流回路を構成している。リアクトルL1の他端と2次巻線5bの他端とはコンデンサC4に接続されている。このコンデンサC4はリアクトルL1の電圧を平滑して直流出力を負荷RLに出力する。

【0026】

なお、トランスTは、図1(b)に示す正面断面図、図1(c)に示す側面断面図のよう構造となっており、その詳細については後述する。

【0027】

制御回路10は、スイッチQ1とスイッチQ2とを交互にオン／オフ制御し、負荷RLの出力電圧が基準電圧以上となったときに、スイッチQ1に印加されるパルスのオン幅を狭くし、スイッチQ2に印加されるパルスのオン幅を広くするように制御する。すなわち、負荷RLの出力電圧が基準電圧以上となったときに、スイッチQ1のパルスのオン幅を狭くすることで、出力電圧を一定電圧に制御するようになっている。

【0028】

また、制御回路10は、スイッチQ2の電流Q2iが増大した時刻にスイッチQ2をオフさせた後、スイッチQ1をオンさせる。制御回路10は、スイッチQ1をターンオンするときに、スイッチQ1の電圧がスイッチQ1と並列に接続された共振用コンデンサC1と可飽和リアクトルSL1の飽和インダクタンスとの共振によりゼロ電圧となった時から所定期間中にスイッチQ1をオンさせる。

【0029】

次にこのように構成された第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の動作を図2、図3及び図5に示すタイミングチャートを参照しながら説明する。図2は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の各部における信号のタイミングチャートである。図3は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置のスイッチQ1のターンオン時の各部における信号の詳細を示すタイミングチャートである。図4は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられたトランスのB-H特性を示す図である。図5は第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられた可飽和リアクトルの電流のタイミングチャートである。

【0030】

なお、図2及び図3では、スイッチQ1の両端間の電圧Q1v、スイッチQ1に流れる電流Q1i、スイッチQ2の両端間の電圧Q2v、スイッチQ2に流れる電流Q2i、可飽和リアクトルSL1に流れる電流SL1iを示している。

【0031】

まず、時刻 t_1 （時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ に対応）において、スイッチQ1をオンさせると、 $V_{dc1} \rightarrow L3 \rightarrow 5a(SL1) \rightarrow Q1 \rightarrow V_{dc1}$ で電流が流れる。このとき、リアクトルL3にエネルギーが蓄えられる。また、この時刻に、トランスTの2次巻線5bにも電圧が発生し、 $5b \rightarrow D1 \rightarrow L1 \rightarrow C4 \rightarrow 5b$ で電流が流れる。また、スイッチQ1をオンさせた時に、可飽和リアクトルSL1にも電流SL1iが流れて、可飽和リアクトルSL1にエネルギーが蓄えられる。

【0032】

この電流SL1iは、図5に示すように、時刻 t_1 で電流値a（負値）、時刻 t_{1b} で電流値b（負値）、時刻 t_{13} で電流値c（ゼロ）、時刻 t_2 で電流値d（正值）へと変化していく。図4に示すB-Hカーブ上では、磁束は、 $Ba \rightarrow Bb \rightarrow Bc \rightarrow Bd$ へと変化していく。なお、図4に示すBa～Bgと図5に示すa～gとは対応している。

【0033】

次に、時刻 t_2 において、スイッチQ1をオフさせると、可飽和リアクトルSL1に蓄

えられたエネルギーによりコンデンサC1が充電される。このとき、可飽和リアクトルSL1のインダクタンスとコンデンサC1とにより電圧共振が形成されて、スイッチQ1の電圧 $Q1v$ が上昇する。また、 $L1 \rightarrow C4 \rightarrow D2 \rightarrow L1$ で電流が流れて、コンデンサC4を介して負荷RLに電流を供給する。

【0034】

そして、コンデンサC1の電位がコンデンサC3の電位と同電位となったとき、可飽和リアクトルSL1のエネルギーの放出により、ダイオードD4が導通し、ダイオード電流が流れて、コンデンサC3が充電されていく。また、このとき、スイッチQ2をオンさせることにより、スイッチQ2は、ゼロ電圧スイッチとなる。なお、電流SL1iは、時刻 t_2 から時刻 t_{20} において、電流値d(正值)から電流値e(ゼロ)に変化する。図4に示すB-Hカーブ上では、磁束は、 $Bd \rightarrow Be$ へと変化する。

【0035】

また、可飽和リアクトルSL1のエネルギーの放出と同時に、リアクトルL3からのエネルギーは、 $L3 \rightarrow 5a(SL1) \rightarrow D4 \rightarrow C3 \rightarrow L3$ で放出され、コンデンサC3が充電されていく。即ち、コンデンサC3には、リアクトルL3からのエネルギーと可飽和リアクトルSL1からのエネルギーとが加え合わせられる。そして、可飽和リアクトルSL1のエネルギーの放出とリアクトルL3からのエネルギーの放出とが終了すると、コンデンサC3の充電は停止する。

【0036】

次に、時刻 t_{20} ～時刻 t_3 において、コンデンサC3に蓄えられたエネルギーは、 $C3 \rightarrow Q2 \rightarrow SL1(5a) \rightarrow C3$ に流れて、可飽和リアクトルSL1の磁束をリセットする。可飽和リアクトルSL1に並列に接続されたトランスTも同様に磁束が変化する。

【0037】

この場合、時刻 t_{20} ～時刻 t_3 においては、コンデンサC3に蓄えられたエネルギーが可飽和リアクトルSL1に帰還されるので、可飽和リアクトルSL1に流れる電流SL1iは、図5に示すように負値となる。即ち、電流SL1iは、時刻 t_{20} ～時刻 t_{2a} においては、電流値e(ゼロ)から電流値f(負値)に変化する。図4に示すB-Hカーブ上では、磁束は、 $Be \rightarrow Bf$ へと変化していく。なお、時刻 t_2 から時刻 t_{20} における面積Sと時刻 t_{20} ～時刻 t_{2a} における面積Sとは等しい。この面積SはコンデンサC3に蓄えられた可飽和リアクトルSL1からのエネルギーに相当する。

【0038】

次に、電流SL1iは、時刻 t_{2a} ～時刻 t_3 においては、電流値f(負値)から電流値g(負値)に変化する。図4に示すB-Hカーブ上では、磁束は、 $Bf \rightarrow Bg$ へと変化していく。時刻 t_{2a} ～時刻 t_3 における面積は、コンデンサC3に蓄えられたリアクトルL3からのエネルギーに相当する。

【0039】

即ち、コンデンサC3に蓄えられたエネルギーは、可飽和リアクトルSL1のエネルギーとリアクトルL3のエネルギーとを合わせたものであるため、電流SL1iは、リセット時にリアクトルL3から供給されるエネルギー分だけ多くなるので、磁束は第3象限に移動して、飽和領域($Bf-Bg$)に達し、電流SL1iが増大し、時刻 t_3 (時刻 t_1 も同様)で最大となる。電流SL1iは、スイッチQ2のオン期間の終了間際で増大しており、可飽和リアクトルSL1の飽和時の電流である。

【0040】

また、この時刻 t_3 には、スイッチQ2の電流 $Q2i$ も最大となる。この時刻に、スイッチQ2をオフさせることにより、コンデンサC1の放電は急峻になり、短時間でゼロとなる。このとき、スイッチQ1をオンさせることにより、スイッチQ1はゼロ電圧スイッチを達成できる。

【0041】

このように、トランスTの1次巻線5aに接続されたリアクトルL3に蓄えられたエネルギーによりスイッチQ1のゼロ電圧スイッチが行なわれるので、リアクトルL3のエネルギーにより

ルギーが少ない場合には、ゼロ電圧スイッチ動作が完全に行われず、また、エネルギーが大きすぎる場合には、循環電流が増大し、スイッチQ1の損失が増大する。このため、リアクトルL3は適切なインダクタンス値を有することが必要である。

【0042】

(トランスの基本的な例)

そこで、第1の実施の形態では、リアクトルL3がトランスTの1次巻線5aと直列に接続されていることから、トランスTの1次巻線及び2次巻線間のリーケージインダクタンスを適切化し、このリーケージインダクタンスによりリアクトルL3を形成することにより、外部のリアクトルを不要とし、回路を単純化したことを特徴とする。即ち、図1(b)、図1(c)に示すように、トランスTの1次巻線5aと2次巻線5bとの間に補助コア24a、24bを挿入し、その補助コアの個数と長さLを調整することにより、リーケージインダクタンス値を調整可能とし、必要なリアクトル(インダクタ)を得ている。

【0043】

トランスTの構造をより詳細に説明すると、図1(b)、図1(c)において、磁気回路が形成された日の字状の磁性材料からなる主コア21の中央脚22には、1次巻線5aと2次巻線5bとが所定の間隙23を隔てて取り付けられている。所定の間隙23には、1次巻線5aの周方向に沿って所定の距離を隔てて所定長さLの2個の磁性材料からなる補助コア24a、24bが設けられている。また、1次巻線5a、2次巻線5bのそれぞれの巻線には、図示しないが、絶縁テープが巻かれている。

【0044】

この例では、補助コアを2個としたが、補助コアの個数と所定長さLを調整することにより、適切なリーケージインダクタンス値を得る。また、補助コアの個数を増加させることにより、面積が増大し、所定長さLを長くすることにより、主コア21とのギャップが短くなり、リーケージインダクタンスを増大させることができる。従って、リーケージインダクタンスに適切なエネルギーが蓄えられ、このエネルギーによりスイッチQ1のゼロ電圧スイッチ動作を完全に行うことができる。

【0045】

(トランスの具体例1)

図6はトランスの内側ボビンの具体例1を示す構造図である。図7はトランスの外側ボビンの具体例1を示す構造図である。具体例1のトランスは、図1(b)に示す主コア21と、1次巻線5aが巻回される円筒状の内側ボビン31(図6に示す。)と、この内側ボビン31より大径で且つ2次巻線5bが巻回され、周方向に沿って所定の距離を隔てて所定長さLのスリット34a、34bが設けられスリット34a、34bに補助コア35a、35bが挿入された外側ボビン33(図7に示す。)とを備えている。内側ボビン31及び外側ボビン33は例えば樹脂材料からなる。

【0046】

補助コアの個数及び長さLを調整することにより、適切なリーケージインダクタンス値を得る。また、内側ボビン31には巻線脱落防止のため、両端に段部31aが形成され、外側ボビン33にも段部33aが形成されている。

【0047】

このようなトランスTは、次のように製作される。まず、外側ボビン33に、補助コア35a、35bを装着するためのスリット34a、34bを設け、外側ボビン33に2次巻線5bを巻回し、適切な所定長さLに調整した補助コア35a、35bをスリット34a、34bに挿入する。

【0048】

そして、内側ボビン31に1次巻線5aを巻回し、外側ボビン33に内側ボビン31を挿入し、内側ボビン31が外側ボビン33に挿入された状態で主コア21に取り付けられて、トランスTが完成する。

【0049】

このように製作されたトランスTは、適切な値のリアクトルL3を有するとともに、1

次2次巻線間の絶縁がボビンで行なわれるため、絶縁性に優れ、ストレー容量の少ないトランスTが製作できる。また、電源の安全性を高めるとともに、ノイズを低減できる。さらに、1次巻線5a及び2次巻線5bの絶縁テープが不要であるため、製作が簡単になる。

【0050】

(トランスの具体例2)

図8はトランスの内側ボビンの具体例2を示す構造図である。図9はトランスの外側ボビンの具体例2を示す構造図である。具体例2のトランスは、図1(b)に示す主コア21と、1次巻線5aが巻回される円筒状の内側ボビン31(図8に示す。)と、この内側ボビン31より大径で且つ2次巻線5bが巻回され、プラスチック磁性体等の絶縁磁性体材料からなる外側ボビン37(図9に示す。)とを備える。磁性体材料としては、フェライト、パーマロイ等を用いることができる。

【0051】

絶縁磁性体材料の透磁率を調整することにより、適切なリーケージインダクタンス値を得る。また、内側ボビン31には巻線脱落防止のため、両端に段部31aが形成され、外側ボビン37にも段部37aが形成されている。

【0052】

このような具体例2のトランスTでは、補助コアが不要となるため、さらに簡単化したトランスTを実現できる。

【実施例2】

【0053】

次に第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置を説明する。第2の実施の形態のスイッチング電源装置では、トランスの1次巻線に直列に接続されるリアクトルのインダクタンス値を大きくし、スイッチQ1がオン時にリアクトルに蓄えられるエネルギーを2次側(出力側)に還流する帰還巻線をトランスの2次側(出力側)に設けたことを特徴とする。

【0054】

図10は第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。図10に示す第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置は、図1に示す第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置に対して、トランスTb及びトランスTbの周辺回路が異なるので、その部分についてのみ説明する。

【0055】

この例では、トランスTbに1次巻線5a(巻数n1)と2次巻線5b(巻数n2)と帰還巻線5c(巻数n3)とが巻回されている。1次巻線5aと2次巻線5bとは同相に巻回され、1次巻線5aと帰還巻線5cとは逆相に巻回されている。即ち、トランスTbの2次巻線5bを1次巻線5aと疎結合させ、1次巻線5a及び2次巻線5b間のリーケージインダクタンスにより、トランスTbに直列に接続されたリアクトルL3を形成したものである。そして、スイッチQ1がオン時にリアクトルL3に蓄えられたエネルギーをスイッチQ1がオフ時に2次側に還流させるようになっている。

【0056】

2次巻線5bの一端(●側)と帰還巻線5cの一端(●側)とが接続され、その接続点には、ダイオードD1のアノードが接続されている。帰還巻線5cの他端(●なし側)にはダイオードD2のアノードが接続され、ダイオードD1のカソードとダイオードD2のカソードとコンデンサC4の一端とが接続されている。コンデンサC4の他端は2次巻線5bの他端(●なし側)に接続されている。

【0057】

次にこのように構成された第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置の動作を図12に示すタイミングチャートを参照しながら説明する。なお、図12では、スイッチQ1の両端間の電圧Q1v、スイッチQ1に流れる電流Q1i、スイッチQ2の両端間の電圧Q2v、スイッチQ2に流れる電流Q2i、可飽和リアクトルSL1に流れる電流SL1

i、ダイオードD1、D2に流れる電流D1i、D2iを示す。

【0058】

まず、時刻 t_1 において、スイッチQ1をオンさせると、 $V_{dc1} \rightarrow L3 \rightarrow 5a$ (SL1) $\rightarrow Q1 \rightarrow V_{dc1}$ で電流が流れる。また、この時刻に、トランスTbの2次巻線5bにも電圧が発生し、 $5b \rightarrow D1 \rightarrow C4 \rightarrow 5b$ で電流が流れる。このため、図12に示すように、時刻 $t_1 \sim t_2$ において、ダイオードD1の電流が直線的に増大する。

【0059】

次に、時刻 t_2 において、スイッチQ1をオフさせると、リアクトルL3に蓄えられたエネルギーは、トランスTbの2次側に還流される。即ち、トランスTbの2次側では、帰還巻線5cに電圧が誘起されるため、 $5c \rightarrow D2 \rightarrow C4 \rightarrow 5b \rightarrow 5c$ と電流が流れる。このため、図12に示すように、時刻 $t_2 \sim t_3$ において、ダイオードD2に電流が流れる。

【0060】

このように、第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置によれば、トランスTbの1次巻線5aに直列に接続されるリアクトルL3のインダクタンス値を大きくし、スイッチQ1がオン時に蓄えられるエネルギーを2次側に還流するため、効率が良くなる。また、ダイオードD1及びダイオードD2により、スイッチQ1のオン、オフ期間に2次側電流が流れて連続的となる。このため、コンデンサC4のリプル電流も減少する。

【0061】

図11は第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置に用いられるトランスを示す構造図である。図11に示すトランスTbは、日の字型の主コア41を有し、主コア41の中央脚42には、1次巻線5aと帰還巻線5cとが所定の間隙23を隔てて取り付けられている。所定の間隙23には、1次巻線5aの周方向に沿って所定の距離を隔てて所定長さLの2個の磁性材料からなる補助コア24a、24bが設けられている。また、1次巻線5a、帰還巻線5cのそれぞれの巻線には、図示しないが、絶縁テープが巻かれている。

【0062】

この例では、補助コアを2個としたが、補助コアの個数と所定長さLを調整することにより、1次巻線5a及び帰還巻線5c間の適切なリーケージインダクタンス値を得ている。

【0063】

また、主コア41にはバスコア43aとギャップ44が形成され、側脚43には2次巻線5bが巻回されている。即ち、バスコア43aにより、1次巻線5aと2次巻線5bを疎結合させることにより、リーケージインダクタンスを大きくしている。

【0064】

このように、トランスTbのコアの形状と巻線の工夫により、1次巻線5aと2次巻線5bと帰還巻線5cとを一つの主コア41に結合し、バスコア43aを設けることにより、大きなリーケージインダクタンスを得て、リアクトルL3を形成でき、トランス部分とリアクトルとを結合したので、スイッチング電源装置を小型化、低価格化することができる。

【0065】

また、1次巻線5aと帰還巻線5cとの間隙23に複数の補助コアを設け、補助コアの個数と長さLを調整することにより、リーケージインダクタンスを適切な値に調整できる。従って、第1の実施の形態に係るスイッチング電源装置の効果と同様な効果が得られる。

【0066】

なお、第2の実施の形態に係るスイッチング電源装置では、トランスの構成において、1次巻線5aと帰還巻線5cとの間隙23に補助コア24a、24bを設けたが、例えば図6に示す内側ボビン31及び図7に示す外側ボビン33を用いて、内側ボビン31に1次巻線5aを巻回し、外側ボビン33に帰還巻線5cを巻回し、内側ボビン31を外側ボビン33に挿入した状態で主コア41の中央脚42に取り付けても良い。

【0067】

また、例えば図 8 に示す内側ボビン 31 及び図 9 に示す外側ボビン 37 を用いて、内側ボビン 31 に 1 次巻線 5a を巻回し、外側ボビン 37 に帰還巻線 5c を巻回し、内側ボビン 31 を外側ボビン 37 に挿入した状態で主コア 41 の中央脚 42 に取り付けても良い。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明のスイッチング電源装置は、DC-DC 変換型の電源回路や AC-DC 変換型の電源回路に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】 第 1 の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。

【図 2】 第 1 の実施の形態に係るスイッチング電源装置の各部における信号のタイミングチャートである。

【図 3】 第 1 の実施の形態に係るスイッチング電源装置のスイッチ Q1 のターンオン時の各部における信号の詳細を示すタイミングチャートである。

【図 4】 第 1 の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられたトランスの B-H 特性を示す図である。

【図 5】 第 1 の実施の形態に係るスイッチング電源装置に設けられた可飽和リアクトルの電流のタイミングチャートである。

【図 6】 トランスの内側ボビンの具体例 1 を示す構造図である。

【図 7】 トランスの外側ボビンの具体例 1 を示す構造図である。

【図 8】 トランスの内側ボビンの具体例 2 を示す構造図である。

【図 9】 トランスの外側ボビンの具体例 2 を示す構造図である。

【図 10】 第 2 の実施の形態に係るスイッチング電源装置の回路構成図である。

【図 11】 第 2 の実施の形態に係るスイッチング電源装置に用いられるトランスを示す構造図である。

【図 12】 第 2 の実施の形態に係るスイッチング電源装置の各部における信号のタイミングチャートである。

【図 13】 従来の磁気漏れ変圧器の一例の構成を示す図である。

【符号の説明】

【0070】

Vdc1 直流電源

10 制御回路

Q1, Q2 スイッチ

RL 負荷

SL1 可飽和リアクトル

C1 共振用コンデンサ

C3 コンデンサ

C4 コンデンサ

T, Tb トランス

5a 1 次巻線 (n1)

5b 2 次巻線 (n2)

5c 帰還巻線 (n3)

D1~D4 ダイオード

21, 41 主コア

22, 42 中央脚

23 間隙

24a, 24b, 35a, 35b 補助コア

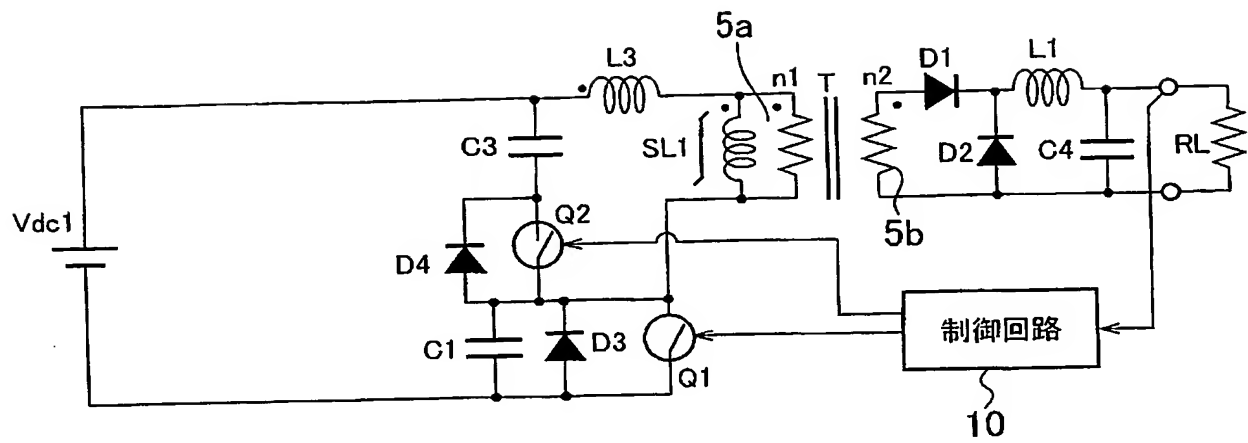
31 内側ボビン

33 外側ボビン

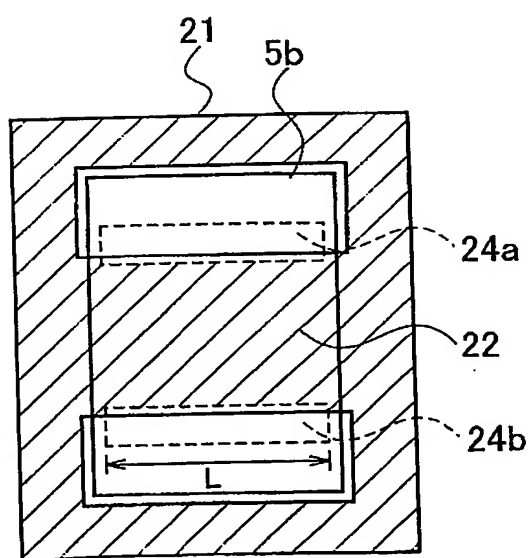
34a, 34b スリット

- 37 絶縁磁性体材料（外側ボビン）
- 43 側脚
- 44 ギャップ

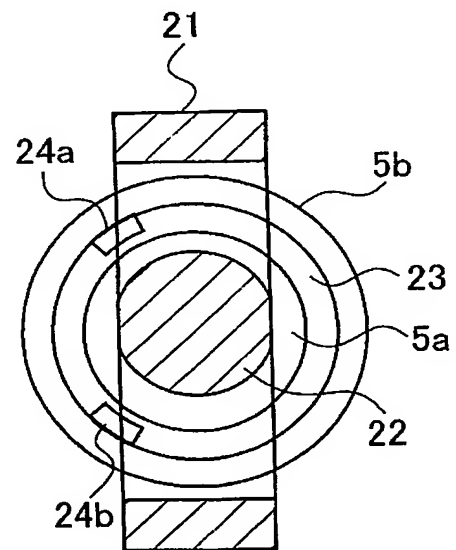
【書類名】図面
【図 1】



(a)

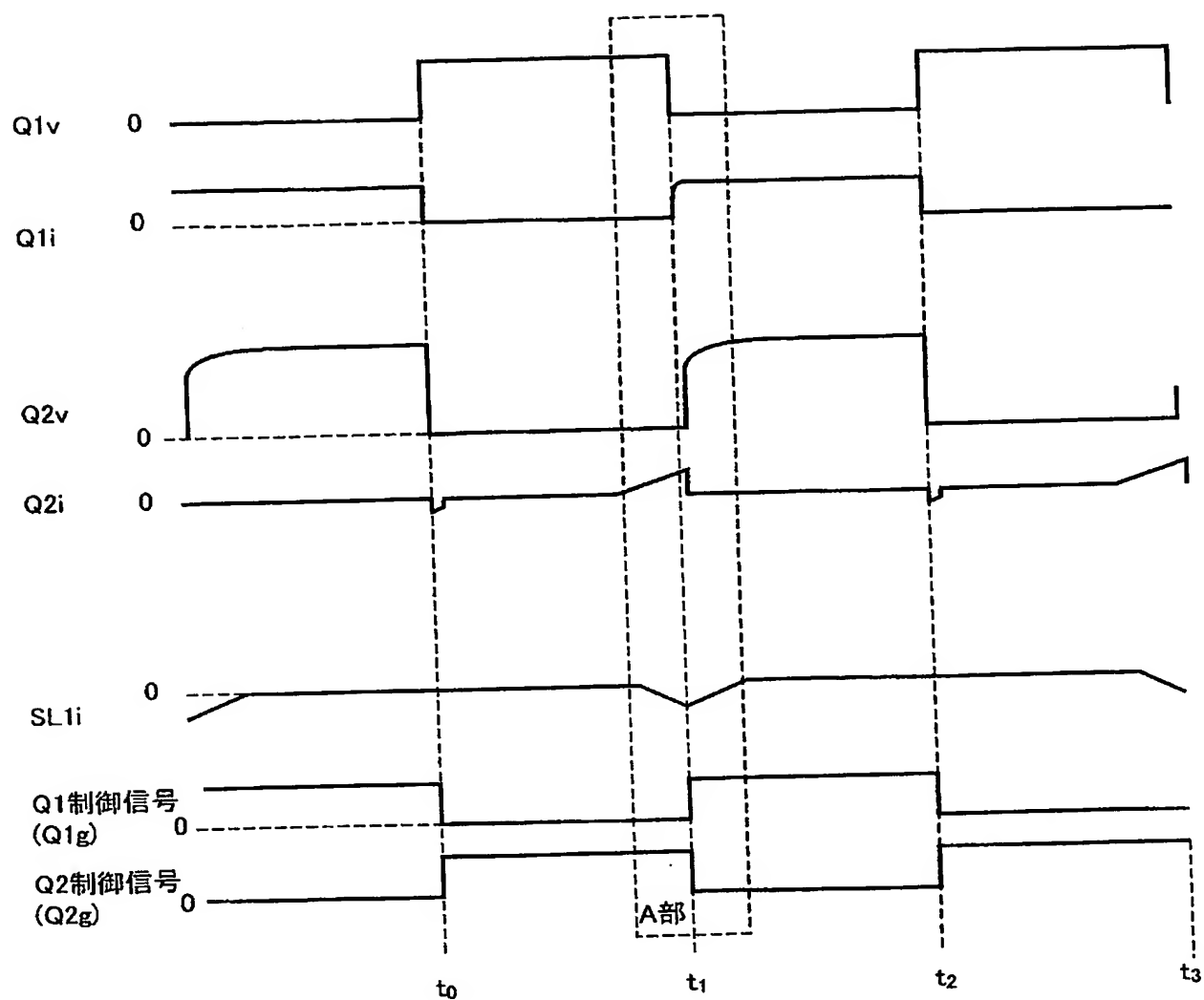


(b)

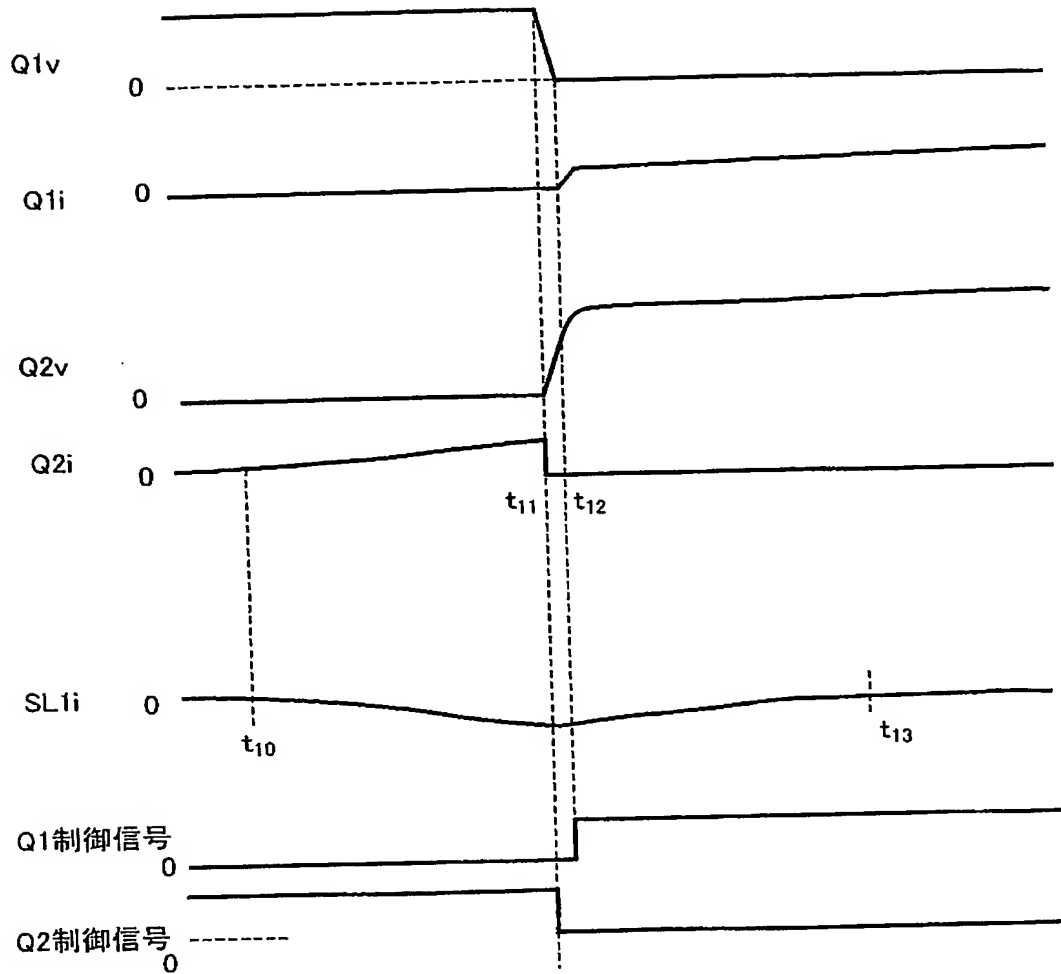


(c)

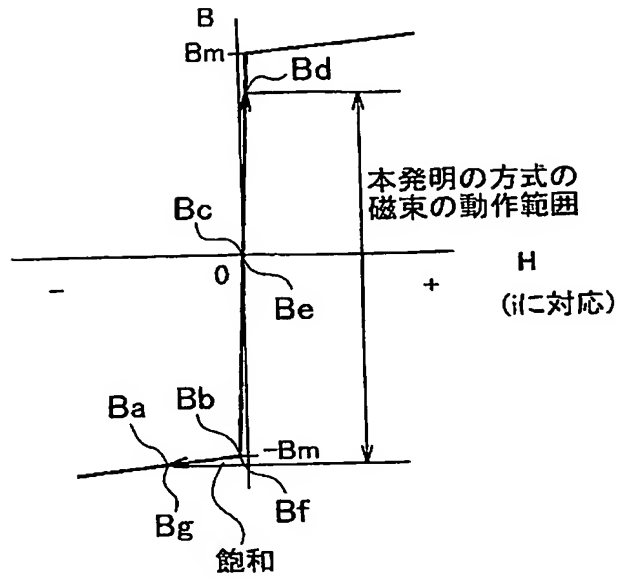
【図 2】



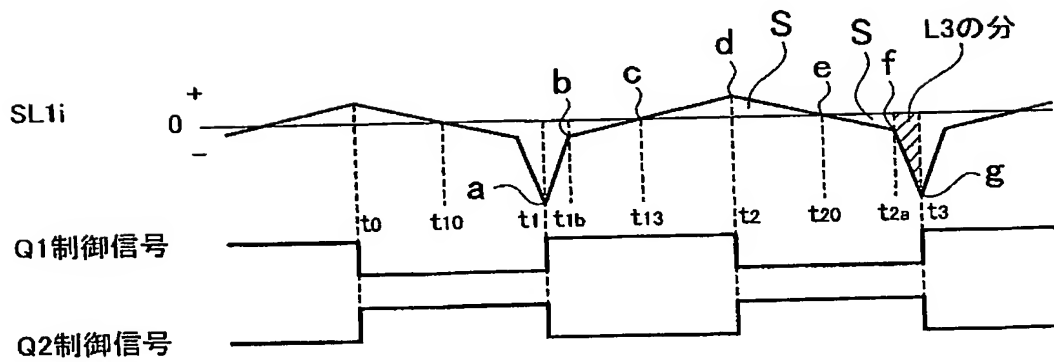
【図3】



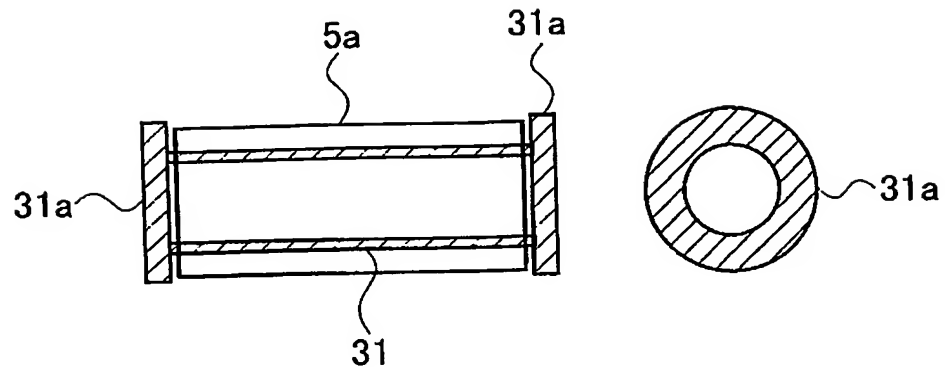
【図4】



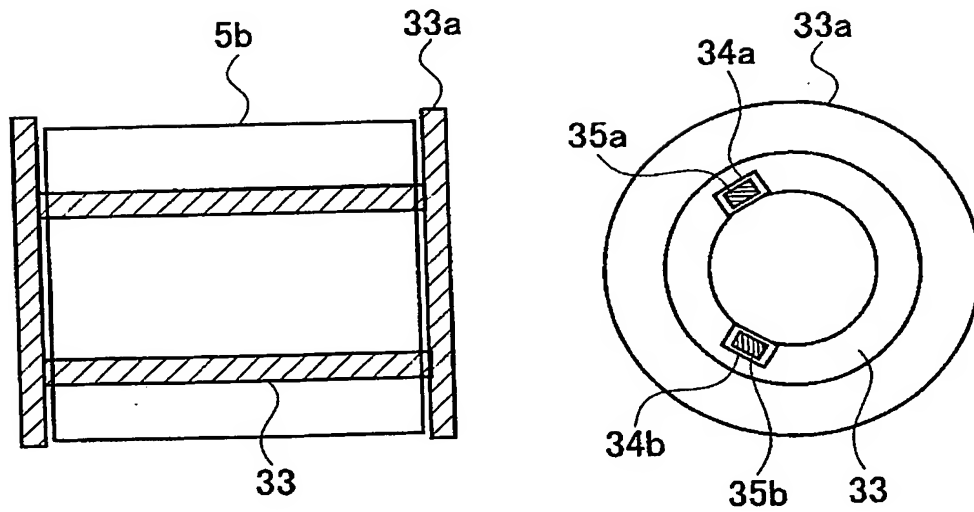
【図5】



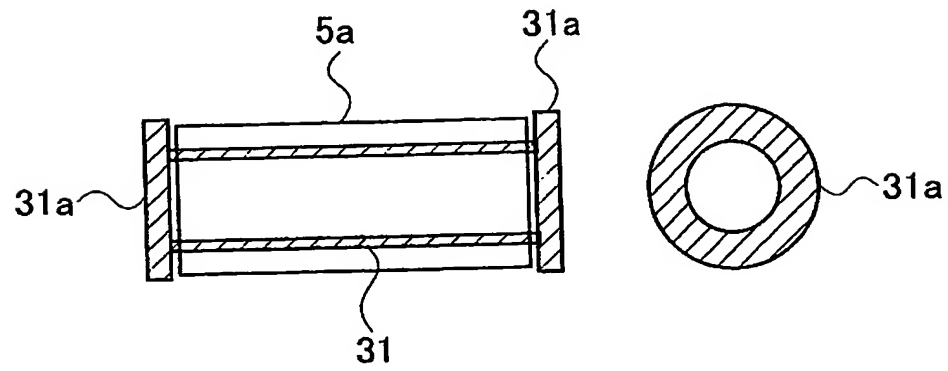
【図 6】



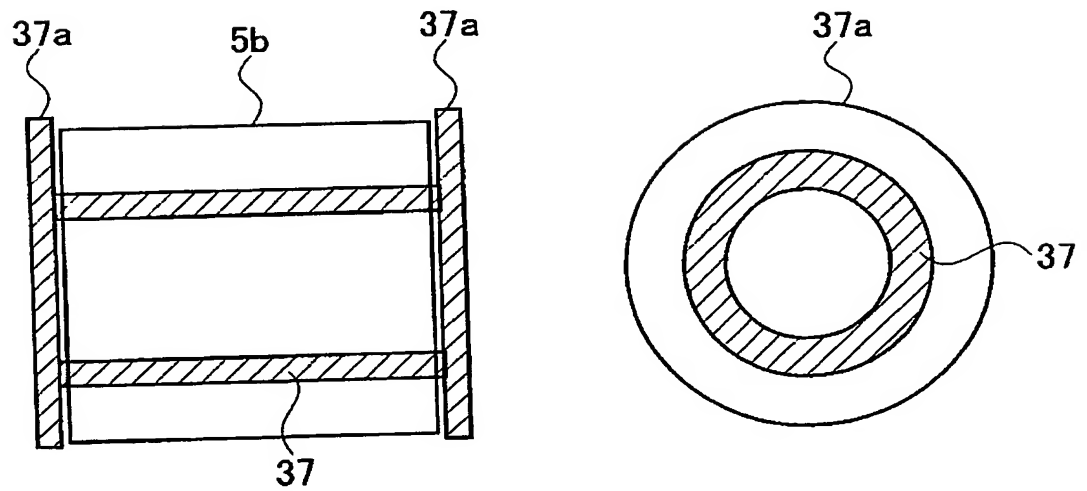
【図 7】



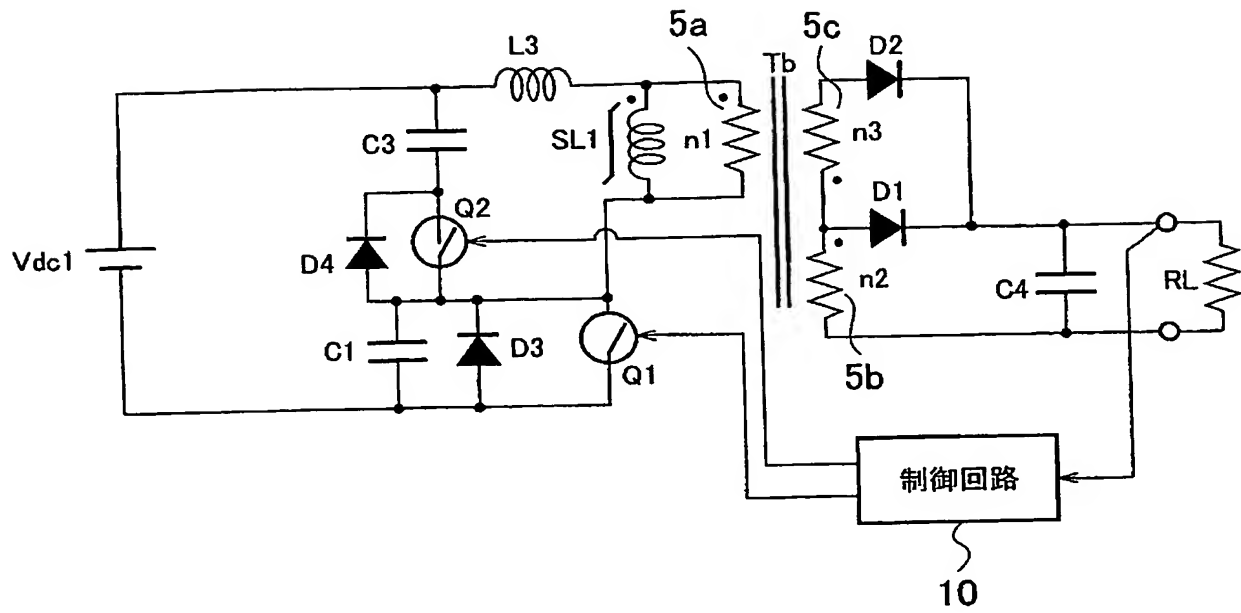
【図 8】



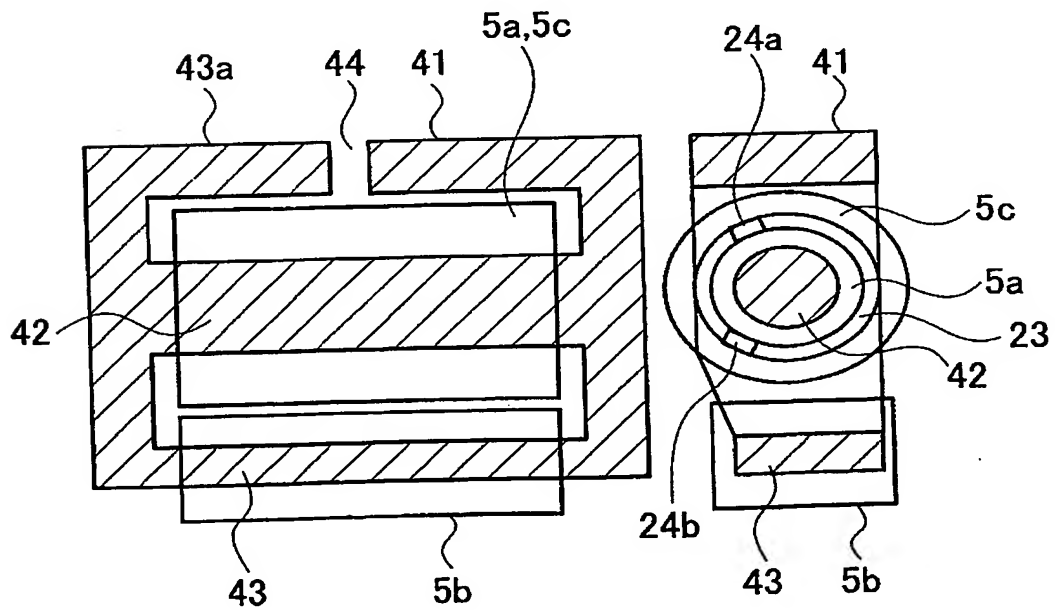
【図 9】



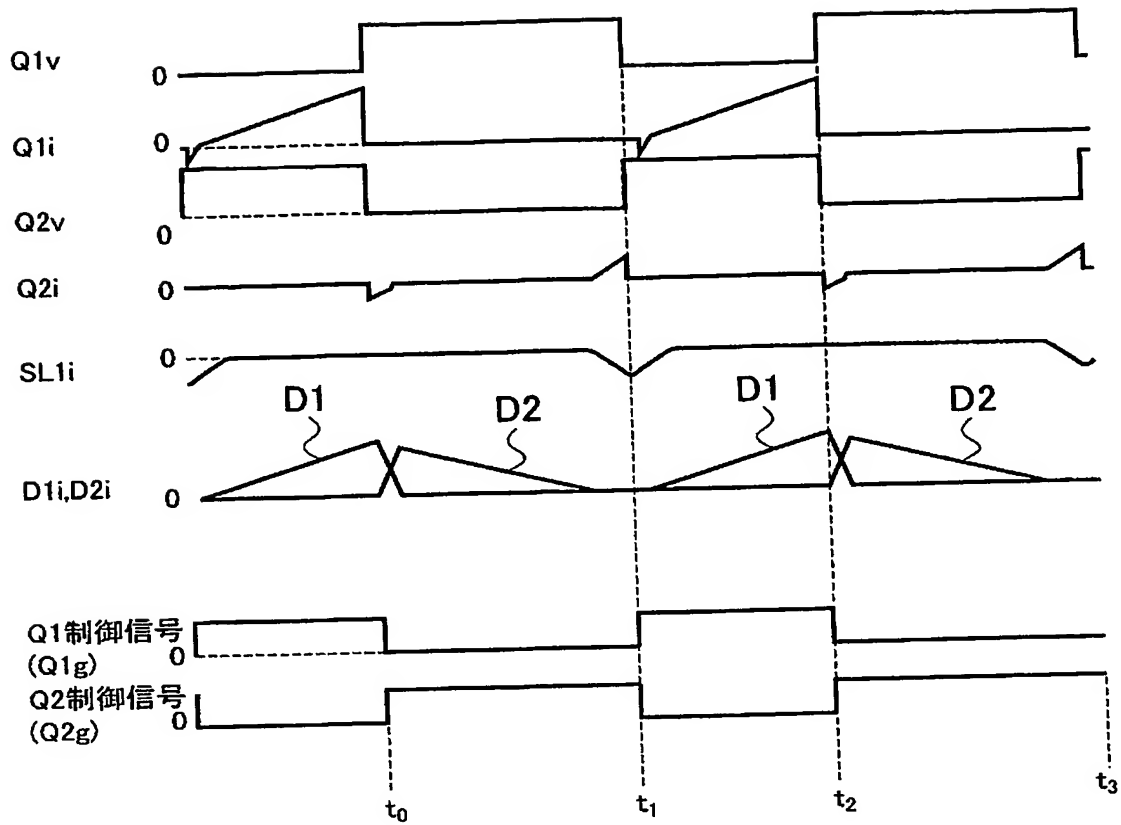
【図10】



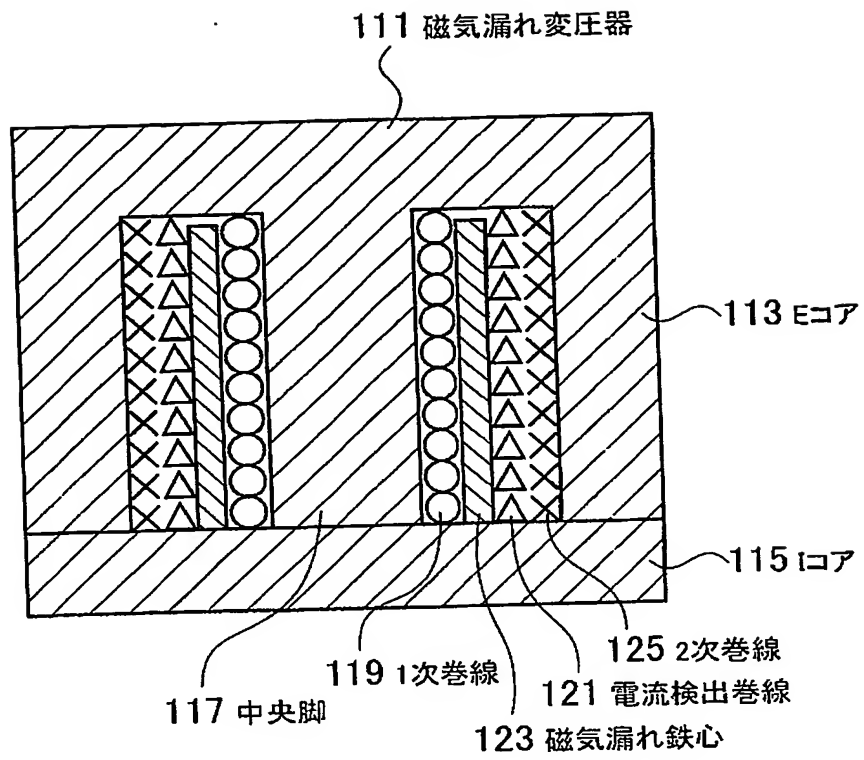
【図11】



【図 12】



【図13】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】トランスのリーケージインダクタンスの値を適切化することにより、外部のリアクトルを不要とするスイッチング電源装置を提供する。

【解決手段】直流電源 V_{dc1} の両端に接続され、トランス T の 1 次巻線 $5a$ とリアクトル $L3$ とスイッチ $Q1$ との第 1 直列回路と、1 次巻線 $5a$ 及びリアクトル $L3$ の両端に接続され、スイッチ $Q2$ とコンデンサ $C3$ との第 2 直列回路と、整流平滑回路 $D1, D2, L1, C4$ と、スイッチ $Q1$ とスイッチ $Q2$ とを交互にオン／オフさせる制御回路 10 とを備え、トランス T は、磁気回路が形成され、1 次巻線 $5a$ と 2 次巻線 $5b$ とが所定の間隙 23 を隔てて取り付けられた主コア 21 と、間隙 23 に 1 次巻線 $5a$ の周方向に沿って所定の距離を隔てて設けられた補助コア $24a, 24b$ とを備え、リアクトル $L3$ は、トランス T のリーケージインダクタンスにより形成される。

【選択図】 図 1

特願 2003-291594

出願人履歴情報

識別番号

[000106276]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

埼玉県新座市北野3丁目6番3号

氏 名

サンケン電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.